

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2001-282877
(P2001-282877A)

(43)公開日 平成13年10月12日(2001. 10. 12)

(51)IntCl. ⁷	識別記号	F I	テマコード(参考)
G 0 6 F 17/50	6 2 2	G 0 6 F 17/50	6 2 2 A 5 B 0 4 6
	6 0 6		6 0 6 B 5 B 0 8 0
G 0 6 T 17/00		G 0 6 T 17/00	

審査請求 未請求 請求項の数19 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願2000-99874(P2000-99874)

(22)出願日 平成12年3月31日(2000. 3. 31)

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

東京都港区芝浦一丁目1番1号

(72)発明者 近藤 浩一

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株

式会社東芝研究開発センター内

(74)代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

Fターム(参考) 5B046 BA01 FA12 FA18 JA02

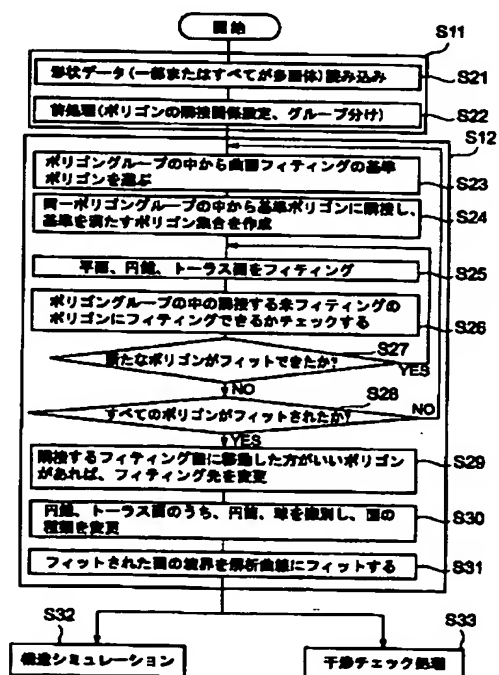
5B080 AA08 AA13

(54)【発明の名称】 形状表現方法および形状表現装置および形状表現プログラムを記録した記録媒体

(57)【要約】

【課題】アセンブリモデリング、機構シミュレーション、干渉チェックなどの機能を、多面体近似に基づく形状データに対しても適用可能とするための形状表現方法を提供することを目的とする。

【解決手段】三次元形状の少なくとも一部が複数の多面体の組み合わせにより近似された形状データを読み込む。所定の基準を満たす多面体の部分集合を読み込んだ形状データに基づいて求め、この部分集合に対し解析曲面をフィッティングし、さらに多面体の他の部分集合へのフィッティングを繰り返し、最終的に得られる解析曲面の組み合わせにより三次元形状を表現する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 三次元形状の少なくとも一部が複数の多面体の組み合わせにより近似された形状データを利用して形状表現する方法において、

所定の基準を満たす前記多面体の部分集合を前記形状データに基づいて求め、

前記求められた部分集合に対し解析曲面をフィッティングし、さらに前記多面体の他の部分集合へのフィッティングを繰り返し、最終的に得られる解析曲面の組み合わせにより前記三次元形状を表現する形状表現方法。

【請求項2】 解析曲面間の境界の少なくとも一部に対し解析曲線をさらにフィッティングすることを特徴とする請求項1に記載の形状表現方法。

【請求項3】 前記解析曲面は二次曲面からなり、前記解析曲線は二次曲線からなることを特徴とする請求項1又は2に記載の形状表現方法。

【請求項4】 前記解析曲面は、平面、球面、円筒面、円錐面、又はトーラス面の少なくともいずれかを含むことを特徴とする請求項1乃至3に記載の形状表現方法。

【請求項5】 前記解析曲線は、少なくとも、直線又は円のいずれか一方を含むことを特徴とする請求項1乃至4に記載の形状表現方法。

【請求項6】 前記フィッティングがなされた解析曲面間若しくは解析曲線間の対偶関係を定義し、該対偶関係に基づいて複数部品間の位置関係を表現するアセンブリモデリングステップをさらに具備することを特徴とする請求項1乃至5のいずれかに記載の形状表現方法。

【請求項7】 前記アセンブリモデリングステップにより表現される前記複数部品間の位置関係を考慮して機構シミュレーションするステップをさらに具備することを特徴とする請求項6に記載の形状表現方法。

【請求項8】 前記フィッティングがなされた解析曲面若しくは解析曲線に基づき、前記三次元形状の少なくとも一部同士が干渉しているか否かを判定する干渉判定ステップをさらに具備することを特徴とする請求項1乃至7のいずれかに記載の形状表現方法。

【請求項9】 前記干渉判定ステップは、前記三次元形状の少なくとも一部同士の最短距離若しくは最短距離に対応する形状上の点の座標を検出すること特徴とする請求項8に記載の形状表現方法。

【請求項10】 三次元形状の少なくとも一部が複数の多面体の組み合わせにより近似された形状データを読み込む手段と、

所定の基準を満たす前記多面体の部分集合を前記読込手段により読み込んだ形状データに基づいて求める手段と、

前記手段により求められた部分集合に対し解析曲面をフィッティングする手段とを具備し、

前記多面体の他の部分集合へのフィッティングが繰り返され、最終的に得られる解析曲面の組み合わせにより前

2

記三次元形状が表現されることを特徴とする形状表現装置。

【請求項11】 解析曲面間の境界の少なくとも一部に対し解析曲線をフィッティングする手段をさらに具備することを特徴とする請求項10に記載の形状表現装置。

【請求項12】 前記解析曲面は二次曲面からなり、前記解析曲線は二次曲線からなることを特徴とする請求項10又は11に記載の形状表現装置。

【請求項13】 前記解析曲面は、平面、球面、円筒面、円錐面、又はトーラス面の少なくともいずれかを含むことを特徴とする請求項10乃至12に記載の形状表現装置。

【請求項14】 前記解析曲線は、少なくとも、直線又は円のいずれか一方を含むことを特徴とする請求項10乃至13に記載の形状表現装置。

【請求項15】 前記フィッティングがなされた解析曲面間若しくは解析曲線間の対偶関係を定義し、該対偶関係に基づいて複数部品間の位置関係を表現するアセンブリモデリング手段をさらに具備することを特徴とする請求項10乃至14のいずれかに記載の形状表現装置。

【請求項16】 前記アセンブリモデリング手段により表現される前記複数部品間の位置関係を考慮して機構シミュレーションする手段をさらに具備することを特徴とする請求項10乃至15に記載の形状表現装置。

【請求項17】 前記フィッティングがなされた解析曲面若しくは解析曲線に基づき、前記三次元形状の少なくとも一部同士が干渉しているか否かを判定する干渉判定手段をさらに具備することを特徴とする請求項10乃至16のいずれかに記載の形状表現装置。

【請求項18】 前記干渉判定手段は、前記三次元形状の少なくとも一部同士の最短距離若しくは最短距離に対応する形状上の点の座標を検出する手段を含むこと特徴とする請求項17に記載の形状表現装置。

【請求項19】 三次元形状の少なくとも一部が複数の多面体の組み合わせにより近似された形状データを利用する形状表現プログラムを記録した記録媒体において、所定の基準を満たす前記多面体の部分集合を前記形状データに基づいて求めるステップと、

前記求められた部分集合に対し解析曲面をフィッティングし、さらに前記多面体の他の部分集合へのフィッティングを繰り返し、最終的に前記三次元形状を表現する解析曲面の組み合わせを得るステップと、を具備することを特徴とする形状表現プログラムを記録した記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、複数の多面体（ポリゴン）の組み合わせにより近似された三次元形状の形状データを利用して形状表現する方法、装置および該形状表現プログラムを記録した記録媒体に関する。

【0002】

10

20

30

40

50

【従来の技術】従来、機械や建築などの製品設計を効率的に行うための計算機援用設計（Computer Aided Design: 「CAD」と略記する）システムや、コンピュータグラフィックス用のモデル生成ソフトウェアシステム、コンピュータアニメーションのためのソフトウェアシステムなどが広く利用されている。一方、インターネットなどを通じて3次元の形状情報を交換し、利用するためにデータの標準規格としてVRML（Virtual Reality Modeling Language）などが提案され、実際に用いられている。

【0003】CADシステムにおいては、複雑の機械製品を表現する目的で、機械部品の部分形状であるフィーチャー（円筒面や平面などの部分形状）の間に一致や同軸などの対偶関係を定義し、組立品（アセンブリ）における部品間の位置関係の定義や管理を行うことが行われている。

【0004】上記VRMLなどでは、対象物の形状が、複数の多面体（ポリゴン）の組み合わせ（集合）により近似された形状データ表現となっており、その具体的な形状データがインターネット等を介して広く提供されている。

【0005】しかしながら、特定のCADシステム等では、VRMLのような多面体近似による形状データをそのまま利用することができない。一方で、特定のCADシステムではアセンブリモデリング、機構シミュレーション、干渉チェックなど有利な機能を備えている。そこで、形状表現に関して互換性、再利用性を高めることが求められている。

【0006】干渉チェック機能においては、VRMLなどの多面体近似による形状データを用いる場合、実際には干渉が起こらないにも拘らず、同一径の円筒である軸と穴の嵌め合いなどのように、本来ならば干渉が生じない場合に多面体近似された結果、誤って干渉が検出される場合がある。このような場合、実際に起こる干渉であるのか、多面体近似のために誤って検出された干渉であるのかを、個別にユーザが判断する必要がある。したがって、このような形状内部表現に起因する誤った干渉チェック結果を排除し、ユーザが必要とする情報のみを効率よく提供する必要がある。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明はこのような事情を考慮してなされたものであり、多面体近似に基づく形状データに対しても、現在特定のCADシステムのみで実行可能なアセンブリモデリング、機構シミュレーションなどを実行可能にするための新たな形状表現方法、装置ならびに形状表現プログラムを記録した記録媒体を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記した課題を解決し目的を達成するために、本発明は以下に示す手段を用いて

いる。

【0009】（1） 三次元形状の少なくとも一部が複数の多面体の組み合わせにより近似された形状データを利用して形状表現する方法において、所定の基準を満たす前記多面体の部分集合を前記形状データに基づいて求め、前記求められた部分集合に対し解析曲面をフィッティングし、さらに前記多面体の他の部分集合へのフィッティングを繰り返し、最終的に得られる解析曲面の組み合わせにより前記三次元形状を表現する形状表現方法。

10 【0010】（2） （1）に記載の形状表現方法において、解析曲面間の境界の少なくとも一部に対し解析曲線をさらにフィッティングする。

【0011】（3） （1）、または（2）に記載の形状表現方法において、前記解析曲面は二次曲面からなり、前記解析曲線は二次曲線からなる。

【0012】（4） （1）乃至（3）のいずれかに記載の形状表現方法において、前記解析曲面は、平面、球面、円筒面、円錐面、又はトーラス面の少なくともいずれかを含む。

20 【0013】（5） （1）乃至（4）のいずれかに記載の形状表現方法において、前記解析曲線は、少なくとも、直線又は円のいずれか一方を含む。

【0014】（6） （1）乃至（5）のいずれかに記載の形状表現方法において、前記フィッティングがなされた解析曲面間若しくは解析曲線間の対偶関係を定義し、該対偶関係に基づいて複数の部品間の位置関係を表現するアセンブリモデリングステップをさらに具備する。

30 【0015】（7） （6）に記載の形状表現方法において、前記アセンブリモデリングステップにより表現される前記複数の部品間の位置関係を考慮して機構シミュレーションするステップをさらに具備する。

【0016】（8） （1）乃至（7）のいずれかに記載の形状表現方法において、前記フィッティングがなされた解析曲面若しくは解析曲線に基づき、前記三次元形状の少なくとも一部同士が干渉しているか否かを判定する干渉判定ステップをさらに具備する。

40 【0017】（9） （8）に記載の形状表現方法において、前記干渉判定ステップは、前記三次元形状の少なくとも一部同士の最短距離若しくは最短距離に対応する形状上の点の座標を検出する。

【0018】（10） 三次元形状の少なくとも一部が複数の多面体の組み合わせにより近似された形状データを読み込む手段と、所定の基準を満たす前記多面体の部分集合を前記読込手段により読み込んだ形状データに基づいて求める手段と、前記手段により求められた部分集合に対し解析曲面をフィッティングする手段とを具備し、前記多面体の他の部分集合へのフィッティングが繰り返され、最終的に得られる解析曲面の組み合わせにより前記三次元形状が表現されることを特徴とする形状表現装置。

5

【0019】(11) (10)に記載の形状表現装置において、解析曲面間の境界の少なくとも一部に対し解析曲線をフィッティングする手段をさらに具備する。

【0020】(12) (10)、または(11)に記載の形状表現装置において、前記解析曲面は二次曲面からなり、前記解析曲線は二次曲線からなる。

【0021】(13) (10)乃至(12)のいずれかに記載の形状表現装置において、前記解析曲面は、平面、球面、円筒面、円錐面、又はトーラス面の少なくともいずれかを含む。

【0022】(14) (10)乃至(13)のいずれかに記載の形状表現装置において、前記解析曲線は、少なくとも、直線又は円のいずれか一方を含む。

【0023】(15) (10)乃至(14)のいずれかに記載の形状表現装置において、前記フィッティングがなされた解析曲面間若しくは解析曲線間の対偶関係を定義し、該対偶関係に基づいて複数部品間の位置関係を表現するアセンブリモデリング手段をさらに具備する。

【0024】(16) (10)乃至(15)のいずれかに記載の形状表現装置において、前記アセンブリモデリング手段により表現される前記複数部品間の位置関係を考慮して機構シミュレーションする手段をさらに具備する。

【0025】(17) (10)乃至(16)のいずれかに記載の形状表現装置において、前記フィッティングがなされた解析曲面若しくは解析曲線に基づき、前記三次元形状の少なくとも一部同士が干渉しているか否かを判定する干渉判定手段をさらに具備する。

【0026】(18) (17)に記載の形状表現装置において、前記干渉判定手段は、前記三次元形状の少なくとも一部同士の最短距離若しくは最短距離に対応する形状上の点の座標を検出する手段を含む。

【0027】(19) 三次元形状の少なくとも一部が複数の多面体の組み合わせにより近似された形状データを利用する形状表現プログラムを記録した記録媒体において、所定の基準を満たす前記多面体の部分集合を前記形状データに基づいて求めるステップと、前記求められた部分集合に対し解析曲面をフィッティングし、さらに前記多面体の他の部分集合へのフィッティングを繰り返し、最終的に前記三次元形状を表現する解析曲面の組み合わせを得るステップと、を具備することを特徴とする形状表現プログラムを記録した記録媒体。

【0028】

【発明の実施の形態】(第1実施形態)まず、本発明の第1実施形態を説明する。図1は、第1実施形態に係る形状表現方法の流れを概略的に示すフローチャートである。このフローチャートのうちS11で囲まれている部分が入力ステップを示し、S12で囲まれている部分が解析曲面当てはめ(フィッティング)ステップを示している。S21からS31までは入力ステップS11およ

6

び解析曲面フィッティングステップS12を実現する具体例の1つとして、より詳細な処理のステップを表す。

【0029】入力ステップS11および解析曲面フィッティングステップS12により得られた結果は、機構シミュレーション32や干渉チェック処理33において利用される。

【0030】以下、図1のステップS21乃至S31までの処理内容を詳細に説明する。

【0031】まず、形状データ読み込みステップ21では、上述したVRMLのような、一部またはすべてが多面体により表現されている形状データを例えばファイルなどから読み込む。以下、このように多面体表現された形状データにおいて多面体の各々を「ポリゴン」と呼ぶことにし、かかる場合の形状データを「ポリゴンデータ」と呼ぶことにする。

【0032】次に前処理ステップS22においては、読み込んだ形状データに基づき、端点が同一かどうかを判断することによって、ポリゴン間に共有の稜線があるか否かをチェックする。もし2つのポリゴン間に同一の稜線があるならば、これら2つのポリゴンは共有稜線を介して隣接していると判断する。以上のような隣接関係をすべてのポリゴンについて検索し、ポリゴンの属性情報として記憶する。さらに、記憶したポリゴンの隣接関係を辿り、互いに到達可能なポリゴンを1つのグループとして分類する。読み込んだポリゴンデータが単一のグループとなる場合もあるが、ポリゴンデータ作成の仕方によっては、ポリゴンが事前に複数に分類されている場合がある。この場合は、グループ分けを考慮して以下の処理を適用すれば、全体の処理速度を向上可能となる。

【0033】図2に、形状データ読み込みステップS21において読み込まれたポリゴンデータ(形状データ)により示される3次元対象物の一例を示す。また、図3に前処理ステップS22の実行結果としての、グループ分けの内容を示す(ポリゴングループA、B)。

【0034】次に、曲面フィッティングの基準ポリゴン選定ステップS23では、ポリゴングループA、Bごとに基準のポリゴンを選ぶ。本実施形態では、ポリゴンのグループのなかで一番面積の大きいポリゴンを選ぶこととする。グループA、Bのそれぞれについて選ばれた基準ポリゴンを図4に示す。

【0035】次に、ポリゴン集合作成ステップS24では、前記基準ポリゴン選定ステップS23において選定された基準ポリゴンに隣接するものから順に辿って、次の判断基準をみたすポリゴンの集合を作成する。すなわち、隣接するポリゴン間のなす角度が所定の角度以下であって、かつ基準ポリゴン選定ステップS23において選定された基準ポリゴンとのなす角度が所定の角度以下のものを選ぶ。隣接基準を満たすポリゴンの集合を図5においてハッチングにより示す。

【0036】次に、平面、円筒、トーラス面のフィッテ

7

ィングステップS25では、前ステップにおいて選択されたポリゴン集合を、平面、円錐、トーラス面それぞれにフィッティングすることを試みる（ポリゴン集合への解析曲面（二次曲面）のフィッティング）。

【0037】トーラス面については、図16に示すように軸に対する断面円弧の遠近に応じて2つの解釈をする。51のようにトーラスを解釈する場合は、その形状を「トーラスのレモン部分」と呼ぶことにする。また、52のようにトーラス形状を解釈する場合はこれを「トーラスのアップル部分」と呼ぶことにする。当該フィッティングステップS25では、平面、円錐、レモン部分、アップル部分についてフィッティングを行う。なお、円筒とは円錐の特別な表現であり、球はトーラスの特別な表現（アップル部分とレモン部分との中間が球）であるから、円筒と球は最後に判別することにする（円筒・球識別ステップ30）。

【0038】次に、隣接ポリゴンフィッティングステップS26では、前記円錐ないしはトーラスをフィッティング曲面と仮定した場合、隣接する未フィッティングのポリゴンが十分小さい誤差で、これら円錐ないしはトーラスにフィッティング可能であるか否かをチェックする。これによりフィッティング対象のポリゴンが増加した場合には、再度フィットされた曲面を修正して精度の高いフィッティングを行うことができるようになる（分岐27でYesの場合）。

【0039】以上の処理でフィットされたポリゴンは、当初のポリゴン集合から新たに別のポリゴン集合へ移動され、フィットされた曲面の種類や形状を示す属性情報（中心位置や軸の方向など）と共に管理される。もし、ポリゴン集合に未フィッティングのポリゴンが残っていれば、さらにフィッティング処理が繰り返される。これらの処理によりすべてのポリゴン集合およびポリゴンについてフィッティングが終了すると（分岐処理ステップS28において「YES」）、フィッティング面移動処理S29に移動する。

【0040】フィッティング面移動処理S29は、上記フィッティング結果をさらに改善する処理である。あるポリゴンについて、それに隣接するポリゴンが別の面にフィッティングされている場合、該ポリゴンが隣接ポリゴンのフィッティング面にフィットされていると仮定した場合に、そのフィッティング誤差が減少すれば、そのポリゴンはフィッティング先を変更した方がよい。このような処理をすべてのポリゴンについて順次行うことによって、初期のフィッティングをさらに改善することができる。

【0041】かくして図6～図15に示すように、最終的には5回目まで基準ポリゴンが順次選ばれて行き、フィッティングが行われる。3次元対象物の各部分は平面、円錐、トーラスアップル部分、トーラスのレモン部分等にフィッティングされる。

8

【0042】なお、円筒・球識別ステップS30においては、円筒、球の識別がなされ、その結果に応じて面の種類の変更がなされる。

【0043】また、本来は解析曲面でないデータに対してフィッティングを行うため、フィッティング結果には当然誤差が生じる。これは、フィッティングされた曲面に投影した結果形状に、一部隙間を生じる原因となる。

【0044】また、境界解析曲線当てはめステップS31では、フィットされた面の境界が直線や円弧となるようなフィッティングを行う。この処理を行えば形状表現がより簡素となり、最終形状データの処理に関して高速化を期待でき好ましい。

【0045】以上説明したように、第1実施形態によれば、VRMLのようなポリゴン表現の3次元対象物の形状データから、取り扱いが容易な解析曲面表現のデータを得ることができる。したがって、VRMLなどの多面体近似による形状データについて、現在特定のCADシステムのみで実行可能なアセンブリモデリング、機構シミュレーションなどが実行可能になる。

【0046】なお、第1実施形態では、ポリゴン集合内に基準ポリゴンを選び、該基準ポリゴンに隣接しかつ所定の判断基準（所定のポリゴン同士がなす角度）を満たすポリゴン集合に対して解析曲面をフィッティングすることとして説明を行ったが、基準ポリゴンを選択せずに、他の処理に基づいて同等のポリゴン集合を得るように変形して構成しても良い。

【0047】（第2実施形態）第2実施形態では、図1に示した形状表現処理によって解析曲面にフィットされた結果が、いわゆる機構シミュレーション処理（第1実施形態図1の機構シミュレーションステップS32）においてどのように利用されるかを具体的に説明する。

【0048】図17は、解析曲面にフィット済みの形状の例を示している。

【0049】この例においてアセンブリを行うために、まず部品101、部品102、部品103の3つの3次元形状があって、部品101の部分形状である平面104と部品102の部分形状である平面106とが一致し、同様に円筒面105と円筒面107が同軸であるという関係情報を入力する。

【0050】同様に部品102と部品103とについては、部分形状である平面108と平面110との一致関係、および平面109と平面111との一致関係をそれぞれ示す情報をアセンブリを行なうために入力する。

【0051】これら円筒や平面などの部分形状はすべて、上述した解析曲面フィッティングステップS12で得られたものである。本発明によれば、円筒のような、データが存在しない場合であっても、円筒形状などがフィッティングによって自動的に認識されるため、アセンブリモデリングが可能になる。

【0052】図18は図17に基づいて定義された関係

9

情報が、計算機が備えるメモリなどの記憶手段においてどのような形式で記憶されるかをグラフの形式で表現したものである。

【0053】3次元形状の情報および部分形状の情報の他に、平面同士的一致関係112、114、115および円筒同士の同軸関係113がデータとして存在する。これらの情報から部品101、102、103の相対的位置関係を計算する機能は幾何拘束処理ライブラリの形態で、ソフトウェアとして提供されている。英国D-Cubed社の3D-DCM ver. 2.1.0はそのような製品の一例である。具体的には、それぞれの部品には、部品特有のローカル座標系が設定されており、この座標系と空間内に固定されたワールド座標系との変換マトリックスの形式によって部品間の位置関係が表現されている。すなわち、図18に示されている一致等の関係に基づき、部品101、部品102、及び部品103の位置を表現するための変換マトリックスが幾何拘束処理ライブラリなどによって自動的に計算される。

【0054】図19は、部分形状の間で定義された一致関係、すなわち部分形状間の拘束関係をすべて満足するように算出された部品間の位置関係の例を示す図である。すなわち、これは、幾何拘束処理ライブラリが自動算出した部品の変換マトリックスを部品の形状データに作用させて得られた部品の位置を示している。このように、円筒や円錐、球などの解析曲面が定義されていれば、これらの間の一致や同軸などの対偶関係を定義し、それをもとに部品間の位置姿勢や動きを計算することが可能になる。

【0055】機構シミュレーションの詳細については、同一出願人による出願に係る特願平11-234687号「アセンブリモデル作成方法およびアセンブリモデル処理プログラムを記録した記録媒体」の記載を参考にできる。

【0056】(第3実施形態)第3実施形態では、図1に示した形状表現処理によって解析曲面にフィットされた結果に対する干渉チェック処理(第1実施形態図1の干渉チェック処理ステップS33)について説明する。

【0057】干渉チェック処理においては、解析曲面フィットを行うことにより、より正確な干渉検出が可能になる。図20は、図17に示した円筒面107と穴105との嵌め合いを、穴105の軸方向から見た図である。実際には、穴の径と軸の径とはほぼ一致しているが、説明の都合上、軸を若干小さく示してある。本例は、軸と穴との嵌め合い(軸穴対偶)であるので、現実的には干渉が起こることなく、軸は穴の内を自由に回転することができる。

【0058】図20に示すように、円筒面としてフィッティングがなされていれば、回転前の状況151、回転後の状況153のいずれの状況であっても、軸と穴とが干渉することはない。しかしながら、軸と穴の両者が1

10

52に示すように多面体近似されている場合、154に示す状況のように、回転角度によっては、155や156に示す箇所において多面体間で干渉が発生してしまう。これは、実際には起こらない干渉が、多面体(ポリゴン)近似のために誤って検出される例であり、機構部品などで散見される現象である。本発明による解析曲面フィッティングによれば、円筒間の同軸関係により軸穴対偶を容易に定義できると同時に、多面体近似による誤った干渉検出を避けることができる。さらに、英国D-Cubed社のCDM(Collision Detection Manager)のようなソフトウェアライブラリを用いれば、解析曲面間の干渉を極めて高速に検出できるようになり、さらなる処理の高速化を実現することが可能になる。

【0059】なお、本発明は上述した実施形態に限定されず種々変形して実施可能である。

【0060】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、多面体近似されている形状データに解析曲面を自動的にフィッティングし、その結果得られる解析曲面の組み合わせにより形状を表現できる。このような解析曲面による形状表現によれば、アセンブリを表現するのに必要な一致や同軸などの対偶関係を容易に入力して機構シミュレーションが実行可能になる。また、多面体近似に起因する誤った干渉チェック結果が発生せず、高速に部品間の干渉の有無を調べることが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施形態に係る形状表現方法の流れを概略的に示すフローチャート

【図2】読み込まれたポリゴンデータ(形状データ)により示される3次元対象物の一例を示す図

【図3】前処理の実行結果としての、グループ分けの内容を示す図

【図4】各グループのそれぞれについて選ばれた基準ポリゴンを示す図

【図5】隣接基準を満たすポリゴンの集合を示す図

【図6】2回目の基準ポリゴンの決定を示す図

【図7】2回目の基準ポリゴンについて基準を満たす隣接ポリゴンを示す図

【図8】3回目の基準ポリゴンの決定を示す図

【図9】3回目の基準ポリゴンについて基準を満たす隣接ポリゴンを示す図

【図10】新たにフィッティング可能なポリゴンの追加を示す図

【図11】4回目の基準ポリゴンの決定を示す図

【図12】4回目の基準ポリゴンについて基準を満たす隣接ポリゴンを示す図

【図13】追加してフィッティングされたポリゴンを示す図

【図14】5回目の基準ポリゴンの決定を示す図

【図15】5回目の基準ポリゴンについて基準を満たす

11

隣接ポリゴンを示す図

【図16】トーラス面の分類解釈を説明するための図

【図17】機構シミュレーション対象である、解析曲面にフィット済みの形状を示す図

【図18】図17に係る関係情報が、計算機が備えるメモリなどの記憶手段においてどのような形式で記憶されるかをグラフの形式で表現した図

【図19】部分形状の間で定義された一致関係、すなわち部分形状間の拘束関係をすべて満足するように算出された部品間の位置関係の例を示す図

【図20】多面体近似による誤った干渉チェック結果の発生を説明するための図

【符号の説明】

S11…入力ステップ

S12…解析曲面フィッティングステップ

S21…形状データ読み込みステップ

12

* S22…前処理ステップ

S23…基準ポリゴン選定ステップ

S24…ポリゴン集合作成ステップ

S25…平面、円筒、トーラス面のフィッティングステップ

S26…隣接ポリゴンフィッティングステップ

S27…新たなポリゴンがフィットされたかどうかをチェックする分岐

S28…すべてのポリゴンがフィットされたかを調べる分岐

S29…フィッティング面移動処理

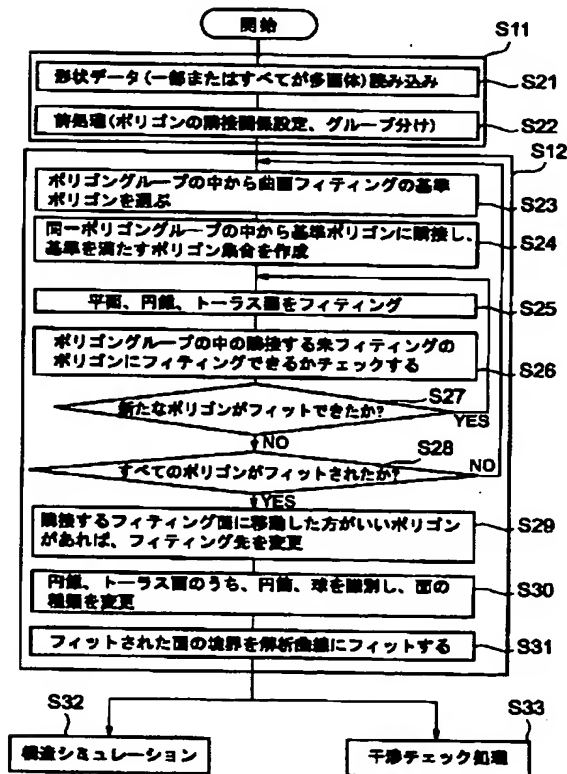
S30…円筒・球識別ステップ

S31…境界解析曲線フィッティングステップ

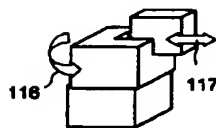
S32…機構シミュレーション

S33…干渉チェック処理

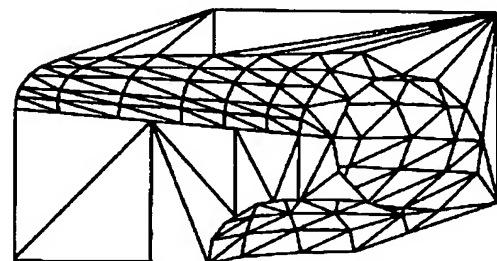
【図1】



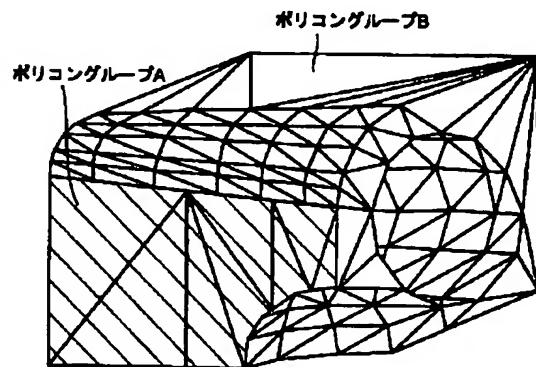
【図19】



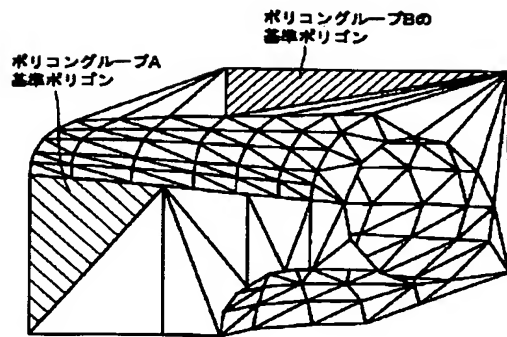
【図2】



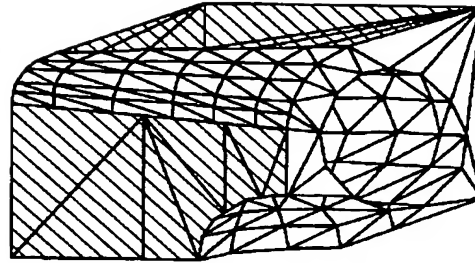
【図3】



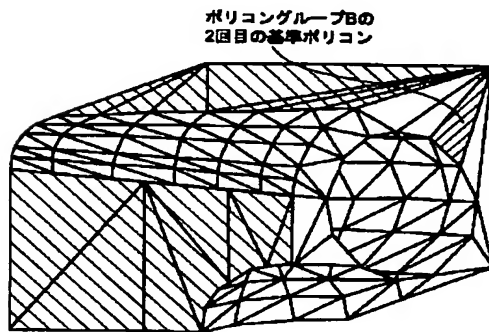
【図4】



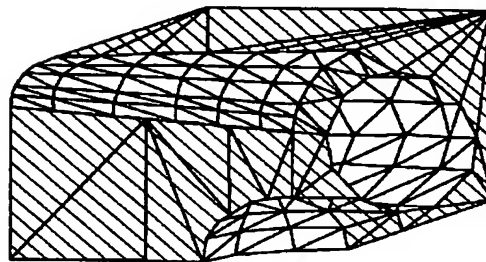
【図5】



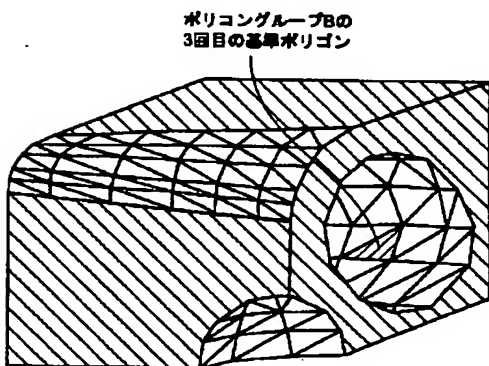
【図6】



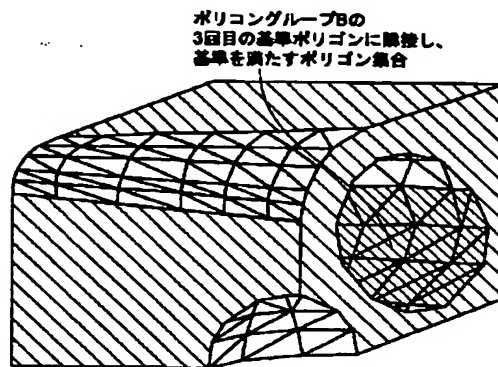
【図7】



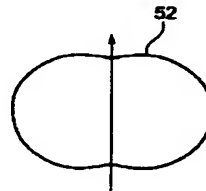
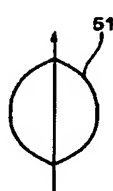
【図8】



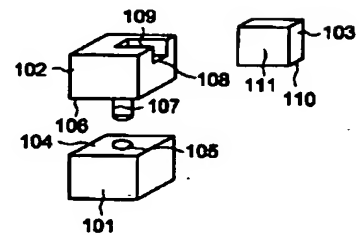
【図9】



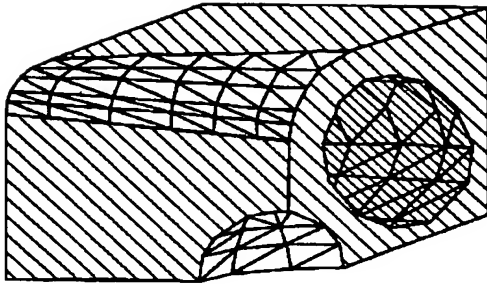
【図16】



【図17】

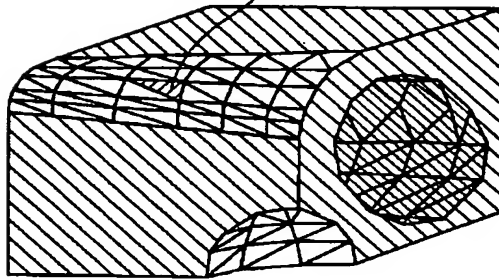


【図10】



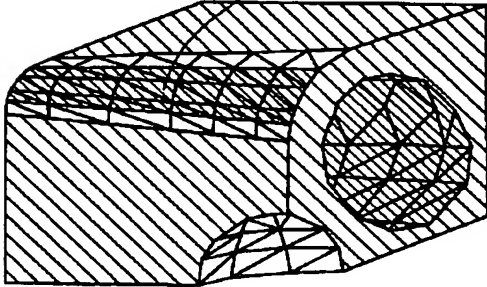
【図11】

ポリコングループBの
4回目の基準ポリゴン

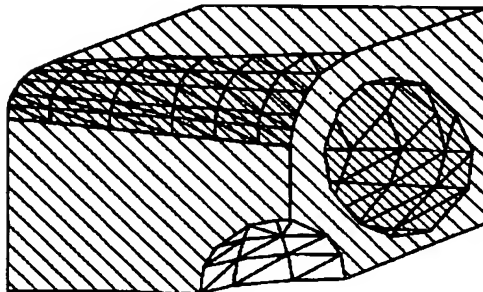


【図12】

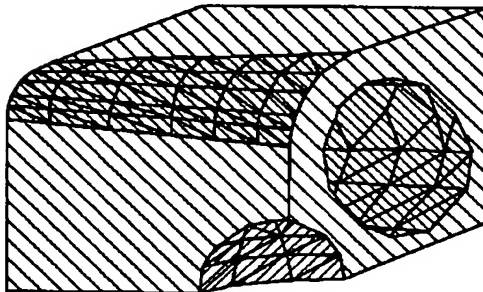
ポリコングループBの
4回目の基準ポリゴンに隣接し、
基準を満たすポリゴン集合



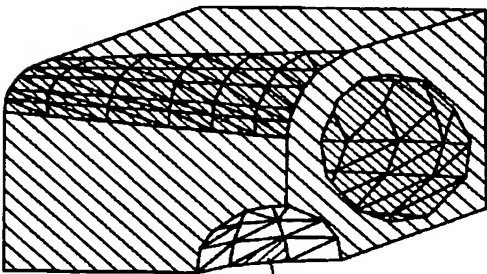
【図13】



【図15】

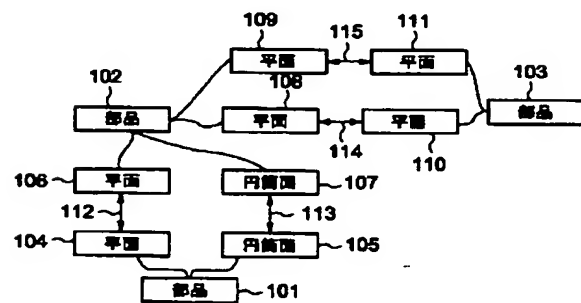


【図14】



ポリコングループBの
5回目の基準ポリゴン

【図18】



【図20】

